

ABSTRACT

Asphalt concrete of BE 55 P is a mixture, which uses bitumen and filler of asbuton solvent extraction. Results of Marshall test of the mixture show that it has fulfilled the specification, but from Wheel Tracking Machine Test and resilient modulus, asphalt concrete of Esso Epure 55 performs better than BE 55 P. Therefore the performance of BE 55 P should be improved by an additive. This effort means to increase maltenes content and its composition in the Buton epure, which than called BE 55 PG.

The main finding in this research is that the additive can improve the quality of BE 55 PG which are indicated. Based on reference of Esso asphalt as binder of asphalt concrete, the content of BE 55 PG in asphalt concrete is less than BE 55 P, and the value of Wheel Tracking Machine Test and modulus resilient close to the reference value.

PENDAHULUAN

Beton aspal merupakan campuran dari agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi dan aspal. Dalam pelaksanaannya bahan tersebut dapat diberikan sesuai dengan kebutuhan berdasar spesifikasi campuran beton aspal. Fungsi struktural campuran ditumpukan pada jumlah agregat dalam campuran tersebut; sedang bahan pengisi dimaksudkan untuk menurunkan kadar rongga dalam campuran. Aspal berfungsi sebagai bahan ikat dalam campuran beton aspal.

Asbuton telah banyak diusahakan pemanfaatannya untuk bahan perkerasan jalan. Salah satunya diproses untuk memperoleh buton epure, yaitu campuran antara aspal ekstrak dan bahan pengisi ekstrak dengan perbandingan tertentu. Sebelum dicampur kedua hasil ekstraksi tersebut diperbaiki lebih dahulu. Buton epure dapat dimanfaatkan sebagai bahan ikat dalam campuran beton aspal yang selanjutnya disebut beton aspal buton epure (BABE).

Kualitas BABE akan dipengaruhi oleh agregat (kualitas dan gradasi), aspal (kualitas dan kekentalan), perbandingan campuran agregat dan aspal. Campuran bahan tersebut dibuat berdasar perbandingan isi dan kemudian dipadatkan, maka pemadatan juga akan sangat berpengaruh terhadap kualitasnya. Dari keempat unsur yang mempengaruhi kualitas BABE, berdasar atas hasil studi sebelumnya dapat diusahakan peningkatan kualitas buton epure untuk lebih meningkatkan kualitas campuran BABE serta menyesuaikan terhadap perubahan spesifikasi kualitas campuran dan gradasi agregat.

Buton Epure mengandung bahan pengisi yang berberat jenis berbeda dengan agregat yang lazim digunakan di campuran beton aspal, maka untuk itu perlu memasukkan koreksi campuran dengan berat

jenis tersebut (Suprpto, 1998). Selanjutnya karakteristik buton epure dapat mendekati karakteristik Esso Epure, yaitu campuran aspal Esso dan bahan pengisi ekstrak asbuton sebagai bahan pembanding (Suprpto dan Murachman, 1999). Dengan demikian maka buton epure dapat dimanfaatkan sebagai bahan ikat untuk campuran beton aspal. Untuk mengetahui kualitas beton epure dapat dibuat acuan ESSO epure.

Meningkatnya volume lalu lintas yang berarti meningkatnya beban perkerasan, kualitas bahan lapis keras perlu menyesuaikan. Untuk itu Bina Marga telah melakukan perubahan gradasi agregat serta spesifikasi kualitas beton aspal. Spesifikasi gradasi baru dapat diperiksa pada Tabel 1, serta spesifikasi kualitas campuran seperti Tabel 2. (IRE, 1998)

Buton epure merupakan bahan yang belum lazim didapatkan, sehingga dalam memanfaatkan bahan tersebut perlu memperhatikan komposisi dan karakteristiknya. Menurut Suprpto (1999), ada 3 model campuran beton aspal buton epure. Untuk campuran beton aspal buton epure ini akan digunakan Model I, yaitu BABE dengan buton epure murni. Dalam penelitian terdahulu (FT UGM, 1998) telah digunakan Buton Epure 55P sebagai bahan ikat campuran beton aspal dengan gradasi IV SKBI 1987. Hasil uji Marshall telah memenuhi persyaratan seperti disajikan dalam Tabel 3. Namun demikian menurut IRE (1998) uji modulus resilien dan *Wheel Tracking Machine* (deformasi awal, stabilitas dinamik, dan kecepatan deformasi) untuk BABE 55P menunjukkan nilai-nilai yang belum dekat dengan nilai-nilai untuk BAAE 55P sebagai referensi (periksa Tabel 3. : kolom 3, 4, dan 5). Hal tersebut dipandang perlu untuk meningkatkan kualitas Beton Aspal Buton Epure.

^{*)} Suprpto Tm., Dosen Jurusan Teknik Sipil Fak. Teknik dan Program Magister Sistem dan Teknik Transportasi UGM

Sesuai dengan tujuan penelitian ini dalam pengujian digunakan buton epure yang sudah diperbaiki kualitasnya selanjutnya disebut BE 55 PG.

CARA PENELITIAN

Spesifikasi

Dalam penelitian ini sebagai dasar, diacu spesifikasi dari Direktorat Jenderal Bina Marga yang tercakup dalam SKBI, yaitu spesifikasi kualitas bahan untuk agregat, bahan pengisi dan aspal mengacu pada SKBI 2.4.26.1987, dan spesifikasi gradasi agregat mengikuti yang baru (IRE, 1998). Gradasi agregat seperti dalam Tabel 1. Selanjutnya spesifikasi kualitas campuran beton aspal dan sumbernya dapat diperiksa pada Tabel 2.

Tabel 1 Gradasi Agregat

Ayakan (mm)	Spesifikasi Gradasi SKBI 1987		Spesifikasi Gradasi IRE 1998	
	Campuran IV (% lolos)	Target rerata (% lolos)	Wearing Course (% lolos)	Target Fuller (% lolos)
25	-	-	100	100
20	100	100	-	-
19	-	-	90-100	90
14	80-100	90	-	-
12,5	-	-	23-90	73
10	70-90	80	-	-
9,5	-	-	-	64
5	50-70	60	-	-
4,75	-	-	-	-
2,36	35-50	42,5	23-49	34
1,18	-	-	-	-
0,6	18-29	23,5	-	18
0,3	-	-	-	-
0,279	13-23	18	-	-
0,15	8-16	12	-	-
0,075	4-10	7	2-8	7

Tabel 2. Spesifikasi Campuran Beton Aspal

Pengujian/analisis	BM 1987	IRE 1998
1. Stabilitas (kg)	> 550	min. 800
2. Kelelahan (mm)	2 - 4	min. 2
3. Hasil bagi Marshall (kg/mm)	200-350	200 - 500
4. Rongga dalam agregat (%)	> 14*	min. 16
5. Rongga terisi aspal (%)	75 - 82	min. 65**
6. Rongga dalam campuran (%)	3 - 5	3 - 5

Keterangan :

BM (Bina Marga), IRE (Institute of Road Engineering)

* gradasi diameter nominal maksimum 19 mm

** volume lalulintas berat (1.10⁶ ESA)

Tabel 3. Kualitas Beton Aspal Buton Epure (BE 55P)

Uraian	Data Hasil Uji Beton Aspal (BA) Bahan Ikut :				Per-syaratan
	BE 55P (#)	BE 55P (#)	EE 55P (#)	Esso (#)	
1	2	3	4	5	6
1. Kadar BE (%)	11	11	9,2	-	
2. Kadar Aspal (%)	6,05	6,0	5,4	5,4	
3. Kepadatan (U/m ³)	2,243	2,36	2,36	2,36	
4. Rongga dalam agregat (%)	16,26	17	16	16,6	min. 16
5. Rongga terisi aspal (%)	77,7	70	65	65	min. 65
6. Rongga dalam campuran (%)	3,75	3,9	3,0	3,0	3 - 5
7. Stabilitas (kg)	1429	1500	1300	1000	min. 800
8. Kelelahan (mm)	4,15	4,2	3,4	2,6	min. 2
9. Hasil bagi Marshall (kg/mm)	335	400	400	390	200 - 500
10. Deformasi awal (mm)	-	0,63	1,37	1,95	
11. Stabilitas dinamik (pass/min)	-	12600	2172	670	
12. Kecep. Deformasi (mm/min)	-	0,0033	0,0193	0,0627	
13. Modulus resilien (MPa)	-	7909	4994	2973	

Keterangan : #) Sumber : FT UGM (1998)

(#) Sumber : IRE (1998)

Pembuatan BE 55PG

a. Bahan

Bahan yang terkait pada penelitian ini adalah asbuton kadar aspal 20% (B₂₀) dari pulau Buton di 2 lokasi yaitu lokasi A dan lokasi B. Solven untuk bahan pelarut yaitu trikloroetilen dan aspal Esso penetrasi 60/70 ex. Singapura sebagai bahan pembanding.

b. Ekstraksi asbuton dan hasil

Asbuton B₂₀ diekstraksi dengan pelarut trikloroetilen. Dari proses ekstraksi akan menghasilkan bitumen ekstrak dan bahan pengisi ekstrak, sehingga dikenal bitumen ekstrak pelarut trikloroetilen. Karena asbuton itu kandungan bitumennya rendah, maka hasil bitumen yang didapat sedikit, sebaliknya bahan pengisi ekstraknya jauh lebih banyak. Dari proses ekstraksi, untuk asbuton lokasi A, mendapatkan aspal ekstrak dan bahan pengisi ekstrak, dan untuk asbuton lokasi B mendapatkan aspal ekstrak (petrolena) dan bahan pengisi ekstrak. Aspal ekstrak asal lokasi B lebih lunak dibanding dengan lokasi A.

- c. Buton epure dan Esso epure
- Buton epure (BE) adalah campuran antara bitumen ekstrak dan bahan pengisi ekstrak asbuton dengan perbandingan tertentu. Dari campuran tersebut dengan aspal ekstrak lokasi B (petrolena) bisa diperoleh petrolena (BE_{100P}), BE_{55P}, dan seterusnya, dengan pengertian angka menunjukkan kadar aspal. Buton epure dibuat dengan cara aspal ekstrak dipanasi sampai suhu $\pm 100^{\circ}\text{C}$ dan pengisi ekstrak juga dipanasi sampai $\pm 120^{\circ}\text{C}$, kemudian dicampur dan diaduk sampai merata. Perbandingan bahan tersebut sesuai dengan BE yang akan dibuat. Untuk memperbaiki sifat aspal dalam penelitian ini dimasukkan bahan tambah dengan maksud meningkatkan kadar malten dan memperbaiki komposisinya di dalam aspal, untuk selanjutnya diperoleh BE 100PG. Berikutnya dibuat BE 55PG dengan cara menambahkan 45% bahan pengisi ekstrak ke BE 100PG. Karena Buton epure merupakan bahan baru untuk mengetahui kualitasnya dibuat referensi yang menggunakan aspal Esso dicampur dengan bahan pengisi ekstrak asbuton, dari campuran ini disebut Esso Epure (EE). Dalam pembuatan Buton epure ini digunakan bahan pengisi ekstrak asbuton dari lokasi A, dengan diameter lolos ayakan no.200 ($< 0,075$ mm), dan dilakukan di laboratorium Teknologi Minyak Bumi Jurusan Teknik Kimia FT UGM.

Bahan Susun Beton Aspal Buton Epure

Untuk membuat campuran Beton Aspal Buton Epure (BABE) diperlukan bahan susun sebagai berikut:

a. Agregat

Berdasar ukuran diameter, agregat dikelompokkan dalam 3 fraksi yaitu fraksi kasar, fraksi halus, dan bahan pengisi (debu batu). Umumnya agregat berasal dari satu sumber, sehingga jenis dan berat jenisnya sama atau hampir sama. Dalam penelitian ini agregat diambil dari quarry Clereng Kulon Progo Yogyakarta, produksi mesin pemecah batu. Hasil uji agregat menunjukkan bahwa semua telah memenuhi syarat sebagai bahan beton aspal. Selanjutnya berat jenis agregat kasar 2,601 gr/cc, agregat halus 2,756 gr/cc, dan debu batu 2,756 gr/cc. Karena bahan ikat dari Buton Epure maka ada kemungkinan bahan pengisi (debu batu) tidak dimanfaatkan. Berat campuran agregat, sesuai dengan cetakan benda uji, adalah 1200 gr, sebagai dasar perhitungan proporsi campuran.

b. Bahan Ikat Buton Epure (BE)

Buton Epure merupakan campuran antara bitumen ekstrak dan bahan pengisi ekstrak asbuton.

Masing-masing telah diperbaiki kondisinya, sehingga Buton epure telah memberikan kepastian akan kandungan aspal atau bahan pengisinya, dan kondisi yang homogen. Dalam hal ini BE_a menunjukkan kadar aspal a%, dengan berat jenis aspal 1,042 gr/cc dan berat jenis bahan pengisi 1,733 gr/cc. Dalam penelitian ini digunakan BE 55 PG (sebagai perbaikan atas BE 55 P). Untuk mengetahui kualitas buton epure, dibandingkan dengan Esso epure (EE) yaitu campuran bahan pengisi ekstrak dengan aspal Esso AC 60/70 ex. Singapura.

Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat uji tekan Marshall, cetakan benda uji, alat pemadat, pelepas benda uji setelah dipadatkan, oven, bak perendam, serta perlengkapan lain (kompor pemanas, termometer, spatula, timbangan, alat pengaduk).

Pembuatan Benda Uji BABE

- a. Dalam penelitian ini penyiapan benda uji dilakukan di Laboratorium Teknik Transportasi Jurusan Teknik Sipil FT UGM.

Tabel 4 . Bahan Susun Campuran Beton Aspal Buton Epure 55 PG (Model I)

No.	Fraksi	Aayakan (mm)	Berat jenis (gr/cc)	Proporsi campuran dengan gradasi target Fuller	
				%	%
1.	Agregat kasar	$>2,36$	2,601	64,71	64,06
2.	Agregat halus	$>0,075$	2,756	26,47	26,21
3.	Bahan pengisi (debu batu)	$<0,075$	2,756	-	-
4.	Bahan ikat BE 55 PG			9	10
	• Aspal	-	1,042	3,97	4,37
	• bahan pengisi	$<0,075$	1,733	4,85	5,34

Dengan agregat dari jenis dan sumber yang sama, sesuai dengan volume cetakan benda uji berat campuran agregat awal 1200 gr. Bahan pengisi dan aspal diambil dari BE 55 PG, sehingga benda uji ini mengikuti model I (Suprpto, 1999). Berdasar analisis awal akan keperluan kadar aspal dan kadar bahan pengisi ditetapkan kadar BE 55 PG – 9% dan 10%. Bahan susun campuran beton aspal buton epure seperti Tabel 4. Selanjutnya agregat kasar dan agregat halus dipanaskan sampai 165°C dan BE 55 PG dipanaskan sampai 155°C , kemudian dicampur dan diaduk secara manual sampai homogen. Bahan campuran tersebut dimasukkan ke dalam cetakan diameter 10 cm dengan tinggi $\pm 7,5$ cm. Kemudian ditumbuk 75 x tumbukan pada masing-masing

sisi. Benda uji didiamkan sampai dingin, dan selanjutnya siap untuk pengujian Marshall.

- b. Pengujian Beton Aspal Buton Epure 55PG juga dilakukan di Puslitbang Jalan Bandung dengan cara mengirimkan bahan ikat BE 55PG ke Bandung. Untuk agregat bahan campuran beton aspal, digunakan agregat dari sumber setempat, selanjutnya hasil uji ada di dalam laporan Puslitbang Jalan (1999).

HASIL UJI DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian BE 55PG disajikan di Tabel 5., dan sebagai referensi dicantumkan juga hasil uji BE 55P dan EE55. Dari Tabel 5. terlihat bahwa BE 55PG memiliki penetrasi dan daktilitas yang lebih tinggi dari BE 55P dan EE 55, yang berarti lebih baik, dan titik lembeknya juga lebih baik dibanding dengan EE 55. Hal tersebut disebabkan oleh masuknya bahan tambah yang akan meningkatkan kadar malten serta memperbaiki komposisi campuran di dalam aspalnya. Uji kehilangan berat hasilnya lebih baik dibanding dengan BE 55P, dan kurang lebih setara dengan EE 55. Dengan demikian tambahan bahan tambah pada BE 55PG dapat meningkatkan kualitas aspal, dan ini tercermin dalam peningkatan kualitas BE 55PG.

Tabel 5 . Kualitas Buton Epure

	Buton epure		Esso epure
	BE 55PG #	BE 55P +5% min. #)	EE 55 (#)
1. Penetrasi (0,1 mm)	40,6	27,2	35
2. Daktilitas (cm)	41,0	27,5	32,2
3. Titik nyala ($^{\circ}$ C)	*	*	287
4. Titik lembek ($^{\circ}$ C)	53	61,0	51,75
5. Kehilangan berat (%)	0,211	1,439	0,16

Keterangan : # Hasil pengujian (* tidak diukur)

#) Sumber FT UGM (1998)

(#) Sumber IRE (1998)

Hasil pengujian BABE 55 PG disajikan dalam Tabel 6., dan hasil uji dari Puslitbang Jalan lebih lengkap karena didukung oleh peralatan. Dari Tabel 6., untuk kadar BE 55 PG 10% mendapatkan hasil yang memuaskan (semua memenuhi persyaratan), sedang untuk kadar BE 55PG 9% tidak memenuhi persyaratan karena alasan rongga dalam campuran. Bila dibandingkan dengan data pada Tabel 3. (kolom 2) beton aspal dengan BE 55PG dan BE 55P keduanya dapat memenuhi persyaratan, namun kadar BE 55PG (10%) lebih rendah dari kadar BE 55P (11%). Hal tersebut mengindikasikan bahwa kualitas BE 55PG lebih baik dari kualitas BE 55P.

Tabel 6. Kualitas Aspal Buton Epure 55

No	Pemeriksaan	BABE 55 PG, gradasi target Fuller			Persyaratan
		#		(#)	IRE (1998)
1.	Kadar BE55PG %	9	10	11	-
2.	Kadar aspal %	4,85	5,34	5,98	-
3.	Kepadatan t/m^3	2,268	2,304	2,39	-
4.	Rongga dlm agregat %	16,58	16	17,5	min. 16
5.	Rongga dlm campuran %	6,03	3,70	3,5	3-5
6.	Rongga terisi aspal %	63,71	76,31	75	min. 65
7.	Stabilitas kg	1413	1441	950	min. 800
8.	Kelelehan mm	3,2	3,65	3,3	min. 2
9.	Hasil bagi Marshall kg/mm	442	395	300	200 – 500
10.	Deformasi awal mm	*	*	2,16	-
11.	Stabilitas dinamik pass/min.	*	*	1750	-
12.	Kecep. deformasi mm/min	*	*	0,024	-
13.	Modulus Resilien MPa	*	*	4513	-

Keterangan : # Hasil pengujian (tanda * : tidak diukur)

(#) Sumber Puslitbang Jalan (1999)

Data dari Puslitbang Jalan pada Tabel 6., pengujian dilakukan dengan agregat lokal dan kadar BE 55PG 11% dengan pertimbangan kadar BE 55P juga 11% (Tabel 3.). Data uji Marshall pada Tabel 6. (kolom 5), terhadap persyaratan dapat memenuhi dan perbedaan nilai atas hasil uji di kolom 4 karena perbedaan asal agregat dan kadar BE 55PG. Data *Wheel Tracking Machine* ditunjukkan dengan nilai deformasi awal, stabilitas dinamik, kecepatan deformasi, selanjutnya juga diukur modulus resilien. Nilai-nilai tersebut bila dibandingkan dengan data terdahulu (pada Tabel 3, kolom 3, 4, dan 5) untuk BABE 55PG didapat : deformasi awal 2,16 mm lebih besar dibanding BABE 55P namun dapat mendekati BAEsso, stabilitas dinamik, kecepatan deformasi dan modulus resilien mendekati BAE 55 yang berarti lebih baik dibanding dengan BABE 55P. Dengan demikian dengan referensi aspal Esso, tambahan bahan tambah dapat memperbaiki hasil uji *Wheel Tracking Machine* dan modulus resilien BABE 55PG, atau meningkatkan kualitas Beton Aspal Buton Epure.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan :

1. Buton Epure 55P dapat ditingkatkan karakteristiknya dengan memasukkan bahan tambah.
2. Peningkatan karakteristik BE 55P menjadi BE 55PG ditandai dengan :
 - a. Dalam campuran beton aspal kadar BE 55PG lebih rendah dibanding kadar BE 55P.
 - b. Mengacu pada campuran beton aspal dengan aspal Esso, campuran BABE 55PG memiliki deformasi awal, stabilitas dinamik, dan kecepatan deformasi yang lebih baik.
 - c. Campuran BABE 55PG memiliki modulus resilien yang lebih rendah mendekati modulus resilien campuran dengan aspal Esso.
3. Kualitas BABE dapat ditingkatkan dengan cara memperbaiki karakteristik Buton Epure.

PENUTUP

Demikian hasil penelitian ini disajikan, mudah-mudahan bermanfaat, dan ucapan terima kasih disampaikan kepada PT. Bina Sarana Ekakarma atas kepercayaan dan kesempatan yang diberikan untuk melakukan penelitian ini, dan juga kepada Kepala Laboratorium Teknik Transportasi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada dan staf-nya, dan Kepala Laboratorium Teknologi Minyak Bumi Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UGM dan staf-nya yang telah memberi kesempatan dan bantuan selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- , 1987, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton untuk Jalan Raya, SKBI. 2.4.26.1987.
- Asphalt Institute, 1996, *Superpave Mix Design*, Superpave series No. 2 (SP.2).
- FT UGM, 1998, *Perbaikan Kualitas Beton Buton Epure*, Laporan Penelitian Kerjasama dengan PT Bina Sarana Ekakarma.
- IRE, 1998, *Properties of Asbuton BE 55 P and ESSO Epure BE 55 P in comparison with properties of Esso 60/70*, Institute of Road Engineering Report, Bandung 22-12-1998.
- Puslitbang Jalan, 1999, *Sifat-sifat Buton Epure BE 55PG sebagai bahan perkerasan jalan*, Laporan pengujian, Bandung, April 1999.
- Suprpto Tm, dan Bardi Murachman, 1999, *Kualitas Buton Epure*, *Forum Teknik*, Maret, Jilid 23, no.1, hal. 174-181.
- Suprpto Tm, 1998, Pengaruh Berat Jenis Bahan Pengisi Pengganti terhadap Sifat Beton Aspal, *Forum Teknik*, Nopember, jilid 23, No. 1, hal. 623-628.
- Suprpto Tm, 1999, Model Campuran Beton Aspal dengan Bahan Ikut Buton Epure, *Media Teknik*, Mei, Th. XXI, No. 3, hal. 21-27.
- Suprpto Tm., 1999a, Beton Aspal Buton Epure, *Forum Teknik*, Juli, jilid 23, no. 2, hal. 197-204.